UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN DE FORMACIÓN BÁSICA Y PROFESIONAL

PROGRAMA DE ASIGNATURA POR COMPETENCIAS

I.- DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: **Centro de Ingeniería y Tecnología Valle de las Palmas, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería Tijuana, Facultad de Ingeniería Ensenada, Facultad de Ingeniería Mexicali.**

2. Programa(s) de estudio: (Técnico, Licenciatura): **Ingeniería en Electrónica** 3. Vigencia del plan: **2009-2**

4. Nombre de la unidad de aprendizaje: **Electrónica de Potencia Aplicada** 5. Clave: **11714**

6. HC: **2** HL: **2** HT: **2** HPC: HCL: HE: **2** CR: **8**

7. Ciclo escolar: **7o u 8o semestre** 8. Etapa de formación a la que pertenece: **Terminal**

9. Carácter de la asignatura: Obligatoria: **- -** Optativa: **XXXXX**

10. Requisitos para cursar la asignatura: **(11694) Electrónica de Potencia**

FIRMAS HOMOLOGADAS

FECHA DE ELABORACIÓN: JULIO 2013

Formuló: **Dr. José Luis González Vázquez**

Vo. Bo.
Dr. Daniel Hernández Balbuena
Cargo: **Subdirector Facultad de Ingeniería (Mexicali)**

Vo.Bo.
Q. Noemí Hernández Hernández.
Cargo: **Subdirectora Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (Tijuana)**

Vo.Bo.
M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Cargo: **Subdirector Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño (Ensenada)**

Vo.Bo.
M.C. Patricia Avitia Carlos
Cargo: **Subdirectora Centro de Ingeniería y Tecnología Valle de las Palmas (Tijuana)**

II. PROPÓSITO GENERAL DEL CURSO

Presentar al alumno casos concretos de sistemas de control de potencia eléctrica en C.D. (fuentes de conmutación, rectificadores controlados, controladores de motores de C.D.) y en C.A. (inversores, controladores de motores de C.A.) que incorporando los fundamentos y metodologías de la electrónica analógica, la electrónica de potencia, la instrumentación, el control y otras, le permita desarrollar y evaluar estos sistemas en términos de su capacidad de regulación, su eficiencia y efectividad, a fin de asegurar se mantiene segura, estable y libre de contaminantes los sistemas de distribución y fuentes de energía.

III. COMPETENCIA(S) DEL CURSO

Diseñar y construir circuitos electrónicos de baja y media potencia mediante el manejo de elementos de estado sólido, de metodologías de diseño, de simuladores y con validación experimental de prototipos para implementar sistemas controladores de potencia eléctrica eficientes, siguiendo las prácticas de seguridad y redundancia, con actitud responsable y organizada.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Elaborar un reporte técnico que contenga el planteamiento del problema, el diseño, desarrollo, puesta en marcha y evaluación experimental de rendimiento de un sistema de control de potencia eléctrica aplicada en C.A., con metas particulares en: a) Potencia promedio, b) corriente o voltaje efectivo, c) mejoras el factor de potencia, d) control y/o disminución de armónicos, e) u otros semejantes.

2. Elaborar un reporte técnico que contenga el planteamiento del problema, el diseño, desarrollo, puesta en marcha y evaluación experimental de rendimiento de un sistema de control de potencia eléctrica aplicada en C.D. con metas particulares en: a) Potencia promedio, b) regulación de voltaje o de corriente, c) mejoras el factor de potencia, d) control y/o disminución de armónicos, e) u otros semejantes.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

COMPETENCIA

Identificar y evaluar las limitaciones prácticas de las fuentes de energía por modo conmutado empleando la formulación matemática, la prueba experimental, y referenciando a la normatividad básica aplicable, para establecer criterios que ayuden a valorar el rendimiento de los sistemas comerciales e identificar las áreas de oportunidad para mejoras tecnológicas, de manera sistemática y organizada.

CONTENIDO **Duración: 6 HC, 6 HT, 6 HL**

1. INTRODUCCIÒN

1.1 Generalidades y limitaciones de las fuentes de regulación lineal.

1.2 Resumen de Convertidores genéricos de la electrónica de potencia de modo conmutado.
- 1.2.1 Rectificadores de línea CA-CD controlados por fase.
- 1.2.2 Convertidores CD-CD: Buck, Boost, Fly-back.
- 1.2.3 Inversores CD-CA.

1.3 Requerimientos, limitaciones y desventajas de los convertidores de modo conmutado.
- 1.3.1 Regulación de línea, y de carga.
- 1.3.2 Eficiencia y frecuencia de conmutación.
- 1.3.3 Armónicos y Distorsión Total de Armónicos.
- 1.3.4 Factor de potencia por desplazamiento (DPF) y Factor de Potencia (PF)
- 1.3.5 Radiación de Interferencia Electro-Magnética (EMI)
- 1.3.6 Aislamiento y seguridad.
- 1.3.7 Robustez y redundancia.

1.4 Organismos reguladores y normatividades.

1.5 Estudio de casos de aplicación.
- 1.5.1 Cargas de operación críticas: sistemas de Comunicación, equipo médico, otros.
- 1.5.2 Controladores de motores de C.A. / C.D.
- 1.5.3 Sistemas de energías renovables: fotovoltaica o eólica.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

COMPETENCIA

Diseñar y evaluar el rendimiento de una fuente de conmutación de C.D. empleando las metodologías de diseño de la función de control a lazo cerrado, considerando los modelos y las no-idealidades de los dispositivos, así como sus efectos en la eficiencia y factor de potencia para satisfacer los requerimientos de energía de cargas no-lineales, de regulación de carga y de línea, y de eficiencia, de manera responsable y comprometida con el ahorro de energía y el impacto en el medio ambiente.

CONTENIDO **Duración: 10 HC, 10 HT, 10 HL**

2. FUENTES DE CONMUTACIÓN

2.1. Especificaciones de rendimiento.

3.6.1. Requerimientos de la carga lineal y no-lineal: voltaje, corriente, potencia.

3.6.2. Regulación de carga, y de línea.

3.6.3. Transitorios de encendido y apagado.

2.2. Convertidores CD-CD en modo continuo.

3.6.1. Convertidor Buck.

3.6.2. Convertidor Boost.

3.6.3. Convertidor Fly-back.

2.3. Funciones de transferencia de convertidores.

2.4. Diseño del control (tipo P, PD o PID)

2.5. Diseño del filtro de entrada.

2.6. Circuitos de polarización de semiconductores de conmutación.

2.7. Control de temperatura de componentes y disipadores de calor.

2.8. Componentes magnéticos (bobinas y transformadores).

V. DESARROLLO POR UNIDADES

COMPETENCIA

Diseñar y evaluar el rendimiento de rectificadores controlados y los sistemas controladores de motores de C.D. y C.A. empleando la formulación matemática, metodologías y prácticas de diseño acordes a la normatividad, la simulación y experimentación en laboratorio, para satisfacer los requerimientos de energía en cargas industriales típicas tales como motores de C.D. o de C.A., de manera responsable y con seguridad.

CONTENIDO **Duración: 10 HC, 10 HT, 10 HL**

3. RECTIFICADORES CONTROLADOS Y CONTROL DE MOTORES

3.1. Potencia y armónicos en sistemas de C.A. con cargas no-lineales.

3.2. Normas y estándares sobre armónicos de corriente en líneas de C.A.

3.3. Armónicos en rectificadores no-controlados.

3.4. Rectificadores controlados por fase.

3.5. Rectificadores con modulación de ancho de pulso (PWM).

3.6. Controlador de motor de C.D. de imán permanente.

3.6.1. Selección motor – controlador de potencia.

3.6.2. Cuadrantes de operación del motor de C.D.

3.6.3. Efecto de la forma de onda de corriente.

3.6.4. Controladores de velocidad, arranque y torque.

3.6.5. Servomecanismos.

3.7. Controlador de motor de C.A. por inducción.

3.6.1. Principios básicos de operación de motores de inducción.

3.6.2. Características nominales de motores de inducción.

3.6.3. Control de velocidad.

3.6.4. Efectos de formas no-sinusoidales en la excitación.

3.6.5. Servomecanismos.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

COMPETENCIA

Discutir y analizar las aplicaciones y desarrollos de la electrónica de potencia moderna, empleando referencias de las necesidades actuales en el ahorro y calidad de la energía, los equipos móviles, las energías renovables así como las líneas de investigación vigentes relevantes a la electrónica de potencia, para identificar prospectivamente nichos de oportunidad de desarrollo y ejercicio profesional, de manera responsable y solidaria con su entorno social.

CONTENIDO **Duración: 6 HC, 6 HT, 6 HL**

4 ESTUDIO DE CASOS

4.1 Ejes de trabajo

4.1.1 Eficiencia y calidad.

4.1.2 Semiconductores de conmutación.

4.1.3 Integración de sistemas.

4.2 Casos de aplicación.

4.2.1 Sistemas Ininterrumpibles de energía (UPS)

4.2.2 Sistemas empotrados y equipo móvil.

4.2.3 Sistemas de Energías renovables.

4.2.4 Red Inteligente (Smart grid).

4.2.5 Sistemas de generación eléctrica distribuidos.

4.2.6 Cargas de operación crítica.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
INDISPENSABLES				
1	Evaluar experimentalmente el funcionamiento de una fuente lineal convencional, para determinar su eficiencia y sus desventajas intrínsecas, mediante el empleo de instrumentos para la medición de los parámetros eléctricos de una fuente en condiciones de operación típicas, con actitud creativa en la formulación de la instrumentación a proponer y crítico respecto al consumo ineficiente de energía.	Evaluación experimental de una fuente de poder lineal.	Instrumental básico: Fuente de poder regulada, osciloscopio, multímetro. Cargas eléctricas: resistores de potencia. Analizador de potencia.	
2	Determinar y realizar pruebas eléctricas funcionales a cargas eléctricas lineales y no-lineales típicas para caracterizarlas desde la perspectiva de los sistemas de potencia, como fundamento para determinar los requerimientos de las fuentes de poder que las han de operar, empleando arreglos de circuitos e instrumentación que permitan hacer una descripción precisa de la carga, apegado a criterios de exactitud y precisión de las mediciones y con disciplina respetando normas de seguridad.	Caracterización de cargas eléctricas lineales y no-lineales.	Instrumental básico. Contacto a voltaje de línea C.A. Analizador de potencia. Cargas eléctricas: motor de C.A., ventilador, laptop, u otra de C.A.	
3	Evaluar experimentalmente el funcionamiento de una fuente conmutada comercial convencional, para determinar su eficiencia y sus desventajas intrínsecas, mediante el empleo de instrumentos para la medición de los parámetros eléctricos de una fuente en condiciones de operación típicas, con actitud creativa en la formulación de la instrumentación a proponer y crítico respecto al consumo ineficiente de energía.	Estudio experimental de una fuente de poder conmutada.	Instrumental básico. Fuente conmutada comercial. Analizador de potencia. Carga eléctrica.	
4	Diseñar, implementar y evaluar experimentalmente convertidores CD-CD (de tipo reductor, elevador o reductor-elevador) a lazo abierto, para producir y valorar fuentes conmutadas de CD, empleando el análisis de circuitos y de señales, un microcontrolador y la instrumentación del laboratorio, de manera sistemática y con respecto por el medio ambiente y el impacto económico que la eficiencia logrado representa.	Convertidor CD-CD tipo reductor (Buck, Boost, o Buck-Boost)	Instrumental básico. Dispositivos discretos (R,C, L) Dispositivo semiconductor de potencia (BJT, MOSFET, IGBT, u otro). Carga eléctrica.	
5	Identificar la función de transferencia de un convertidor CD-CD, para obtener un modelo del mismo para insumo del diseño de la función de control a lazo cerrado, mediante el análisis de la respuesta del convertidor a pruebas experimentales, de manera sistemática, con orden y disciplina.	Modelado de la función de transferencia del convertidor CD-CD (Buck, Boost, o Buck-Boost).	Instrumental básico. Dispositivos discretos (R,C, L) Dispositivo semiconductor de potencia (BJT, MOSFET, IGBT, u otro). Carga eléctrica.	
6	Diseñar y evaluar el rendimiento de un controlador (tipo P, PD o PID) en un convertidor CD-CD a lazo cerrado, para determinar la eficiencia y calidad del sistema como fuente de poder, mediante el análisis experimental ante varias cargas lineales y no-lineales, con orden y seguridad.	Diseño de controlador (P, PD o PID) para convertidor CD-CD (Buck, Boost, o Buck-Boost)	Instrumental básico. Dispositivos discretos (R,C, L) Dispositivo semiconductor de potencia (BJT, MOSFET, IGBT, u otro). Carga eléctrica.	

7	Diseñar, implementar y evaluar experimentalmente filtros de entrada a fuentes de conmutación conectadas a la línea de C.A., para disminuir la presencia de armónicos inducidos en la línea de C.A., en la operación regular de una fuente conmutada empleando el diseño y análisis de circuitos , y la instrumentación del laboratorio, de manera sistemática y responsable respecto a la normatividad relevante.	Filtros de entrada de fuentes conmutadas conectadas a línea de C.A.	Instrumental básico. Dispositivos discretos (R,C, L) Dispositivo semicondutor de potencia (BJT, MOSFET, IGBT, u otro). Carga eléctrica.	
8	Diseñar, implementar y evaluar experimentalmente componentes magnéticos de fuentes conmutadas, para identificar sus efectos en la eficiencia y calidad de la fuente y sus costos económicos y de factor de forma, empleando materiales para su elaboración o dispositivos magnéticos comerciales, sistemáticamente y con seguridad.	Dispositivos magnéticos para fuentes de conmutación.	Instrumental básico. Medidor LCR. Bobina y transformador. o Material (núcleo magnético, cable de embobinado).	
9	Diseñar e implementar un rectificador controlado por fase, para evaluar la regulación de potencia y la presencia de armónicos en la línea de C.A., empleando circuitos discretos y el instrumental del laboratorio, con seguridad y responsabilidad.	Rectificador controlado por fase	Instrumental básico. Dispositivo semiconductor de potencia (tiristor, IGBT, u otro). Carga eléctrica.	
10	Diseñar e implementar un rectificador controlador por modulación de ancho de pulso PWM regulando la potencia aplicada a un motor de C.D. de iman permanente, para evaluar su rendimiento e identificar los requerimientos que deberá satisfacer un sistema comercial en las mismas condiciones, empleando el instrumental de laboratorio y las estrategias que sugieren los criterios de calidad y eficiencia, de manera responsable y crítica.	Rectificador controlado por PWM	Instrumental básico. Dispositivo semiconductor de potencia (tiristor, IGBT, u otro) Carga eléctrica. Microcontrolador o generador de funciones.	
11	Evaluar experimentalmente el rendimiento de un controlador de motor de C.A. comercial, para determinar su eficiencia, calidad y respeto a las normas relativas, operando al sistema comercial bajo condiciones de arranque y en estable, monitoreándole con el instrumental de laboratorio, de manera segura y sistemática.	Evaluación de rendimiento de Controlador comercial de velocidad	Instrumental básico. Controlador de velocidad de motor de C.A. comercial. Analizador de potencia.	
12	Diseño, implementación y evaluación experimental del proyecto final del curso.	Desarrollo de proyecto final	Todo el instrumental anterior	
OPCIONALES				
A	Valorar y comparar circuitos (discretos e integrados) de polarización de semiconductores de conmutación de potencia, para procurar la operación eficiente y de calidad de los conmutadores, empleando el diseño y análisis de circuitos, la instrumentación del laboratorio y los criterios y normas relativas, de manera responsable y segura.	Circuitos de polarización de dispositivos de conmutación	Instrumental básico. Dispositivos discretos (R,C, L) Dispositivo semicondutor de potencia (BJT, MOSFET, IGBT, u otro). Carga eléctrica.	
B	Evaluar la generación y disipación de calor en una fuente de conmutación, para determinar su estabilidad térmica y su segura operación, empleando sensores de temperatura, de manera segura y sistemática.	Generación y disipación de calor en fuentes de conmutación	Instrumental básico. Sensor de temperatura (de contacto u óptico). Fuente de conmutación comercial.	

VII. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se sugiere recurrir a un ciclo continuo y articulación de temas que comprende:

a) (Instructor) Señalar lecturas de referencia que serán empleadas en siguientes temas.
b) (Alumnos) La lectura previa a la clase de secciones de libros de texto, artículos, hojas de especificaciones, y notas de aplicación de fabricantes.
c) (Instructor y alumnos) Valoración y/o evaluación de las lecturas.
d) (Instructor y alumnos) Exposición en clase por parte del instructor o de equipos de alumnos asistido por medios multimedia.
e) (Instructor y alumnos) Taller de discusión en clase y análisis del material presentado.
f) (Alumnos)Talleres de análisis y diseño de circuitos, cálculo y simulación (asistidos por software)
g) (Alumnos) Preparación del material y análisis de la práctica de laboratorio.
h) (Alumnos) Implementación de circuitos y sistemas en laboratorio; medición y caracterización de rendimiento.
i) (instructor) Discusión y análisis en clase de las experiencias de las prácticas de laboratorio.
j) (Instructor y alumnos) Conclusiones e identificación de áreas de oportunidad y mejora.

Este ciclo se sugiere realizar cada semana, alternando las actividades de clase, taller y laboratorio; haciendo referencia en cada tema a los materiales anteriores y los argumentos que justifican los temas siguientes.
Se sugiere agendar durante la III unidad el trabajo asociado al proyecto final del curso.
De manera general, y durante todo el curso:

- Contextualizar el material en discusión ubicando los conocimientos adquiridos en escenarios de otras disciplinas.
- Fomentar y requerir la participación de alumnos para alcanzar las competencias.
- Utilización de plataforma electrónica para intercambio de información (*BlackBoard*).

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se sugiere, 2 exámenes parciales escritos por las unidades: I-II, y III-IV; las tareas, evaluaciones de lecturas, exposiciones, actividades de talleres y simulaciones contabilizan en el rubro de 'Tareas y Ejercicios'. El proyecto final consistirá en una aplicación concreta en la que se integren justificadamente los materiales, estrategias y criterios presentados durante el curso.

EN EVALUACIÓN ORDINARIA:

CASO I: EXENTAR EXAMEN FINAL ORDINARIO: Se sugiere que para exentar el examen final ordinario el alumno haya aprobado las evaluaciones parciales con un promedio superior a 70, y contar con laboratorio aprobado, y proyecto aprobado.
Exámenes parciales (2) 30%; Tareas y ejercicios 20%; Laboratorio 30%; Proyecto 20%.

CASO II: PRESENTAR EXAMEN FINAL ORDINARIO: De no alcanzar los mínimos sugeridos en el caso anterior, se propone:
Examen final Ordinario: Parte Escrita 50%
Examen final Ordinario: Parte Práctica de laboratorio 50%.

EN EVALUACIÓN EXTRA-ORDINARIA:
Examen Escrito 50%
Examen práctico de laboratorio 50%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Básica

- Erickson R. W., Maksimovik, D.; Fundamentals of Power Electronics; Springer, 2012.

- Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins; Electrónica de Potencia: Convertidores, aplicaciones y diseño, 3a edición; Mc Graw Hill; 2009; ISBN 978-970-10-7248-6.

- Muhammad H. Rashid; Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones, 3a edición; Prentice Hall; 2004; ISBN 978-0131011403.

- Artículos varios (Bibliotecas digitales UABC-Electronic Journal Service (EBSCO)
  - IEEE Transactions on Industrial Electronics.
  - IEEE Transactions on Power Electronics.

- Hojas de especificaciones de fabricantes de dispositivos, notas de aplicación y artículos de fabricantes:
  - On Semiconductor: www.onsemi.com
  - National semiconductor: www.national.com
  - International Rectifier: www.irf.com
  - Fair-Rite: http://www.fair-rite.com
  - Otros….

- Hojas de especificaciones de fabricantes de motres, fuentes y equipos de regulación de potencia:
  - Baldor: http://www.baldor.com
  - Marathon Electric: http://www.marathonelectric.com
  - Murata Power Solutions: http://www.murata-ps.com
  - Pioneer Magnetics: http://www.astecpowersupply.com
  - TDK Lambda Corporation: http://www.tdk-lambda.com
  - Otros:

Complementaria

- Salvador Seguí Chilet, Fco. J. Gimeno Sales, Carlos Sánchez Díaz, Salvador Orts Grau; Electrónica de Potencia: Fundamentos Básicos; Alfaomega; 2004; ISBN: 970-15-0891-2.

- Manuales de operación y de aplicación de instrumentos:
  - Fluke 43 Power Analyzer.
  - TDS 1012, Digital Osciloscope; Programmers manual
  - Otros…

- Manual de usuario de paquetería de software:
  - MATLAB
  - Multisim